Стоимость под риском (Value-at risk, VaR) – выраженный в денежных единицах резерв, который нужно создать для погашения убытков в течение определенного периода времени с известной вероятностью.

Плотность распределения случайной величины в соответствии с нормальным законом распределения имеет вид:

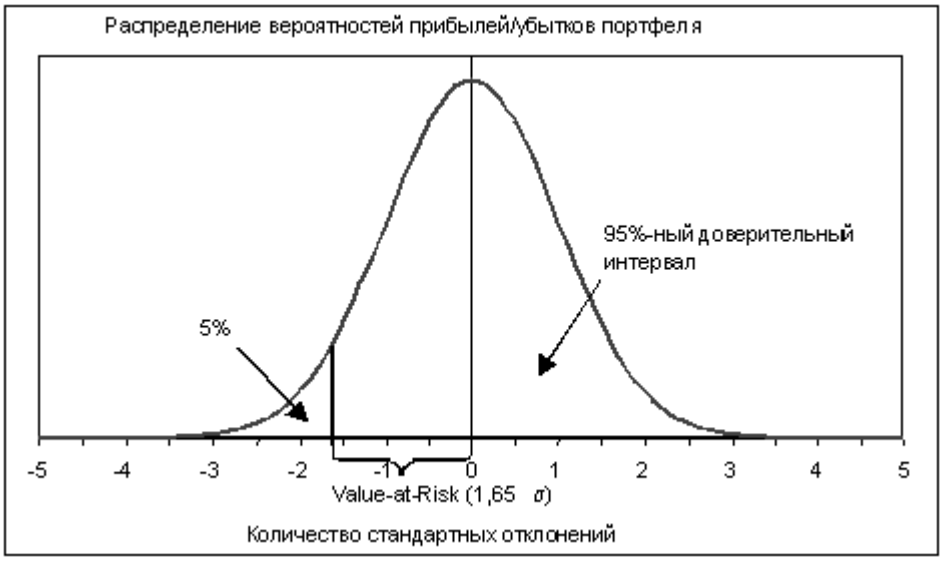

Рис. Определение величины VaR на графике распределения прибылей и убытков

Формула кривой (плотность распределения случайной величины) \записывается аналитически так:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

где:
x – случайная величина, которая определена на всей числовой прямой;
π – число пи (3,142);
e – основание натурального логарифма (2,718);
m – математическое ожидание (в различных источниках могут использоваться другие обозначения, например, μ, M, или a);
σ^2 – дисперсия.

На рисунке изображена кривая плотности нормального распределения, когда математическое ожидание m=0, а стандартное отклонение σ=1. Такая кривая называется нормальное стандартное распределение.

В соответствии с параметрическим методом резерв VaR отыскивается по формуле:

$$\mathbf{VaR(\alpha)= V*\sigma_{\Delta}*z_{\alpha}}$$

где:

α – требуемый уровень доверия (надежности);

z_{α} – квантиль нормального распределения для уровня доверия α;

V – объем актива в денежной форме;

σ_{Δ}– волатильность отклонений.

В табличном процессоре Exel имеется встроенная функция, которая считает площадь в правой части кривой в зависимости от величины квантиля нормального распределения z_{α}:

=НОРМСТРАСП($A2+B$1)

J19 =НОРМСТРАСП($A19+J$1)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	**z**	**0**	**0,01**	**0,02**	**0,03**	**0,04**	**0,05**	**0,06**	**0,07**	**0,08**
2	**0**	0,5	0,503989	0,507978	0,511966	0,515953	0,519939	0,523922	0,527903	0,531881
3	**0,1**	0,539828	0,543795	0,547758	0,551717	0,55567	0,559618	0,563559	0,567495	0,571424
4	**0,2**	0,57926	0,583166	0,587064	0,590954	0,594835	0,598706	0,602568	0,60642	0,610261
5	**0,3**	0,617911	0,62172	0,625516	0,6293	0,633072	0,636831	0,640576	0,644309	0,648027
6	**0,4**	0,655422	0,659097	0,662757	0,666402	0,670031	0,673645	0,677242	0,680822	0,684386
7	**0,5**	0,691462	0,694974	0,698468	0,701944	0,705401	0,70884	0,71226	0,715661	0,719043
8	**0,6**	0,725747	0,729069	0,732371	0,735653	0,738914	0,742154	0,745373	0,748571	0,751748
9	**0,7**	0,758036	0,761148	0,764238	0,767305	0,77035	0,773373	0,776373	0,77935	0,782305
10	**0,8**	0,788145	0,79103	0,793892	0,796731	0,799546	0,802337	0,805105	0,80785	0,81057
11	**0,9**	0,81594	0,818589	0,821214	0,823814	0,826391	0,828944	0,831472	0,833977	0,836457
12	**1**	0,841345	0,843752	0,846136	0,848495	0,85083	0,853141	0,855428	0,85769	0,859929
13	**1,1**	0,864334	0,8665	0,868643	0,870762	0,872857	0,874928	0,876976	0,879	0,881
14	**1,2**	0,88493	0,886861	0,888768	0,890651	0,892512	0,89435	0,896165	0,897958	0,899727
15	**1,3**	0,9032	0,904902	0,906582	0,908241	0,909877	0,911492	0,913085	0,914657	0,916207
16	**1,4**	0,919243	0,92073	0,922196	0,923641	0,925066	0,926471	0,927855	0,929219	0,930563
17	**1,5**	0,933193	0,934478	0,935745	0,936992	0,93822	0,939429	0,94062	0,941792	0,942947
18	**1,6**	0,945201	0,946301	0,947384	0,948449	0,949497	0,950529	0,951543	0,95254	0,953521
19	**1,7**	0,955435	0,956367	0,957284	0,958185	0,95907	0,959941	0,960796	0,961636	0,962462

Табличные значения функции нормального распределения

Уровень доверия (надежности) α	**Квантиль k_{α}**
0,84	**1,000**
0,90	**1,282**
0,95	**1,645**
0,955	**2,000**
0,99	**2,326**
0,999	**3,090**
0,9999	**3,719**

Задача

Найдите денежный резерв на закупку лука для ресторана, который обеспечивает надежность снабжения с вероятностью 99,0%, 99,9%, 99,99%, если объем ежедневной закупки лука составляет 30 кг. Цены на лук распределены нормально.

Цена x (по ежедневным наблюдениям в предшествующие дни) составляла:

Цена,руб.	Ежедневные наблюдения:			
	t=1	t=2	t=3	t=4
x_i	40	45	44	43

Используйте для поиска решения параметрический метод расчета резерва.

Решение.

Предположим, что все наблюдения равновероятны. Тогда вероятность каждого наблюдения составляет 0,25.

В этом случае математическое ожидание цены на лук:

M(x) = 0,25*40+0,25*45+0,25*44+0,25*43=43 руб.

Средняя стоимость закупаемой партии лука:

V=30*43= 1290 руб.

Рассчитаем волатильность отклонений цены на лук:

Отклонения цены	Ежедневные наблюдения:				Матожидание отклонения	Волатильность отклонений σ_Δ
	t=1	t=2	t=3	t=4		
$\Delta_t = (x_t - x_{t-1})/x_{t-1}$		0,1250	-0,022	-0,023	0,026684	0,069520568

Подставив соответствующие значения в формулу, найдем резерв для разных уровней доверия:

VaR(99,0%) =208,63 руб.

VaR(99,9%) =277,13 руб.

VaR(99,99%) =333,53 руб.